

UJI KESESUAIAN AKURASI DAN LINEARITAS KELUARAN RADIASI PADA PESAWAT CT-SCAN

Suhardi, Wira Bahari Nurdin, Bannu Abdul Samad

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin

SUITABILITY ACCURACY AND LINEARITY OUTPUT RADIATION CT- SCAN TEST

Suhardi, Wira Bahari Nurdin, Bannu Abdul Samad

*Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin
University*

Sari Bacaan. Telah dilakukan penelitian Uji kesesuaian Akurasi dan linearitas keluaran radiasi pesawat CT-Scan. Berdasarkan nilai lolos uji Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No 9 Tahun 2011, nilai akurasi keluaran radiasi yang diperoleh seharusnya berada pada rentang (20-40) mGy/mAs. Sedangkan nilai linearitas keluaran radiasi berada pada rentang $\leq 0,1$. Hasil keluaran radiasi pesawat CT-Scan GE diperoleh masih memenuhi nilai lolos uji yaitu pada rerata 20,517 mGy/mAs dan untuk linearitas pada 0,007, keadaan demikian tercapai karena parameter lolos uji kesesuaian berhubungan dengan pengaturan arus dan tegangan yang seharusnya konstan pada tegangan 120 kV dan arus 100 mAs.

Kata Kunci : *Akurasi, Linearitas, CT-Scan GE*

ABSTRACT. We study suitability accuracy and linearity output radiation CT-Scan test. Based on the value passed test of The Regulation of Nuclear Energy Supervisory Agency (BAPETEN) No. 9 of 2011, accuracy of the output radiation values obtained should be in the range (20-40) mGy / mAs. While, value of the linearity output radiation is in the range ≤ 0.1 . Output of the radiation GE CT-scan obtained still meet the values pass the test that is on average 20.517 mGy / mAs and for linearity at 0,007, state thus achieved because the parameters passed the test of suitability relating to current and voltage settings that should be constant at a voltage of 120 kV and current of 100 mAs.

Key Word : *Accuracy, Linearity, GE CT-Scan*

PENDAHULUAN

Salah satu aplikasi sinar-X dalam bidang kesehatan adalah pemanfaatan *CT-Scan* untuk diagnosis penyakit. *CT-Scan* memiliki kelebihan, hemat waktu, dan kualitas citra (gambar) yang dihasilkan lebih jelas dibanding pesawat sinar-X konvensional seperti roentgen, sehingga diharapkan hasil diagnosis penyakit pasien lebih akurat. Selain memiliki manfaat positif dan dapat membantu memenuhi kebutuhan diagnosis penyakit,

paparan radiasi sinar-X memiliki efek negatif jika digunakan dalam dosis radiasi yang berlebihan. Oleh karena itu, perlu diketahui akurasi nilai dosis radiasi tertentu yang dapat diterima oleh manusia ketika melakukan pemeriksaan *CT-Scan*. Pada dasarnya sebelum pesawat *CT-scan* digunakan untuk diagnosis, perlu dilakukan uji kesesuaian pada alat CT-Scan. Uji kesesuaian tersebut dilakukan agar diharapkan tidak menimbulkan kerugian yang fatal pada pasien.

Penggunaan alat yang terus menerus di instalasi rawat darurat dapat berakibat berkurangnya efisiensi kerja alat medis dirumah sakit seperti pesawat *CT-Scan*, sehingga uji kesesuaian perlu dilakukan untuk jaminan fungsi kerja alat.

Pada penelitian ini dilakukan uji kesesuaian terhadap pesawat *CT-Scan* merek *GE* berdasarkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011 dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 33 Tahun 2007 tentang keselamatan radiasi pengion dan keamanan sumber radioaktif bahwa setiap rumah sakit yang memiliki jasa medis yang memanfaatkan sumber radioaktif harus menjamin keamanan alat medis yang digunakan dengan melakukan uji kesesuaian alat medis demi keselamatan banyak orang.

Parameter uji kesesuaian pada pesawat *CT-Scan* yaitu Akurasi Tegangan, Akurasi Keluaran Radiasi, Linearitas Keluaran Radiasi, Kualitas Berkas Sinar-X *HVL (Half Value Layer)*, Posisi Meja Pemeriksaan, Laser Penanda dan Dosis Radiasi Pasien.

Pengujian kinerja yang terkait dengan keselamatan radiasi adalah pengujian generator dan tabung sinar X diantaranya adalah **akurasi keluaran radiasi dan linearitas keluaran radiasi**, paparan radiasi yang diterima pasien berhubungan dengan keluaran sinar x dari tabung pesawat *CT-Scan* sehingga perlu dilakukan pengujian keluaran terhadap generator dan tabung sinar x

UJI KELUARAN RADIASI DAN LINEARITAS ARUS

Pengujian keluaran radiasi dimaksudkan untuk melakukan pengujian dan stabilitas keluaran radiasi pada beberapa kondisi penyinaran dan linearitas arus yang dihasilkan oleh tabung sinar-X. Perhitungan koefisien linearisasi dapat dituliskan sesuai persamaan berikut:

$$\text{Koefisien Linearitas (CL)} = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{X_{\max} + X_{\min}} \quad (\text{II.4})$$

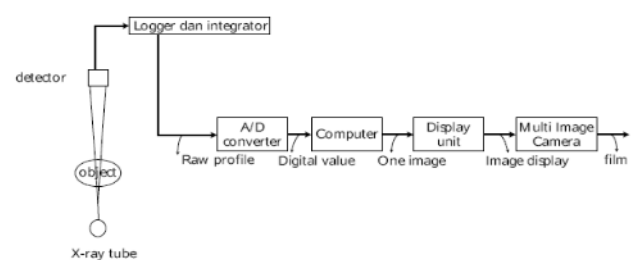
Dimana

CL : Koefisien linearitas

X_{\max} :Besarnya nilai radiasi maksimum untuk ekspos dengan pengaturan arus tetap dalam besaran (mGy/mAs).

X_{\min} :Besarnya nilai radiasi minimum untuk ekspos dengan pengaturan arus tetap dalam besaran (mGy/mAs).

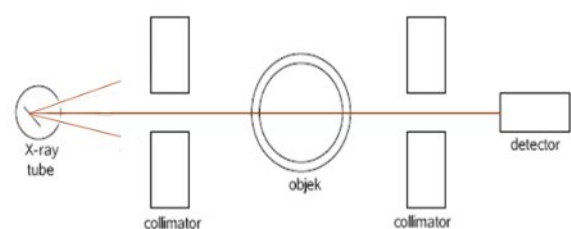
PRINSIP KERJA CT SCAN



Gambar II.10. Blok Diagram Sistem kerja CT Scan

Sistem Pemroses Citra (Scanner)

Sistem pemroses citra terdapat dalam *frame* pipa dari mesin dan merupakan bagian sistem yang langsung berhadapan dengan objek/pasien. Diagram blok dari scanner mesin *CT Scan* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar II.11. Diagram Blok scanner (pemroses citra) CT Scan

Sumber sinar-x menembakkan sinar-x ke arah pasien. *Collimator* adalah penghalang sinar radiasi dan berfungsi memfokuskan sinar-x yang ditembakkan oleh x-ray tube pada satu *slice* (potongan) saja. Detektor radiasi biasanya berupa detektor ionisasi gas. Jika tabung pada detektor ditembus oleh radiasi maka akan terjadi ionisasi gas-gas di

dalamnya. Ionisasi tersebut menimbulkan arus listrik pada keluaran detektor yang sebanding dengan intensitas sinar radiasi yang mengenai *receiver* detektor. Keluaran detektor kemudian dikirim ke bagian akuisisi data yang berfungsi mengubah besaran-besaran listrik dari detektor menjadi sinyal analog yang kemudian akan melalui konversi Analog-to-Digital. Hasil pengkonversian A/D itu dikirim ke bagian komputer dan kendali untuk di-*compile* oleh komputer.

Sistem Komputer dan Kendali

Sistem Komputer dan Kendali ini terdiri atas prosesor, sistem I/O, dan hard disk. *Processor* atau *CPU* (unit pemroses pusat) mempunyai fungsi untuk membaca dan menginterpretasikan instruksi, melakukan penghitungan, dan menyimpan hasil-hasil dalam memory. *CPU* yang digunakan mempunyai bus data 16,32 atau 64 bit. Tipe komputer yang digunakan bisa mikro komputer dan bisa mini komputer, namun harus memenuhi unjuk kerja dan kebutuhan sistem *CT Scanner*. *Harddisk* mempunyai fungsi untuk menyimpan data dan software.

Stasiun Operator dan Stasiun Pengamat

Operation Station mempunyai fungsi sebagai operator kontrol untuk mengontrol beberapa parameter *scan* seperti tegangan anoda, waktu *scan* dan besarnya arus filamen. Sedangkan *viewer station* mempunyai fungsi untuk memanipulasi sistem pemroses citra. Dari bagian ini dapat dilakukan pekerjaan untuk menganalisa hasil *scanning*.

Dalam Penelitian ini digunakan prosedur penelitian sebagai berikut : Operasikan alat sesuai dengan instruksi kerja pengoperasian software Sambungkan detector pensil dengan detector multimeter sinar x Letakkan detector pensil pada posisi pusat gantry dengan menggunakan laser penanda. Untuk menghindari hamburan dari meja atau hamburan lainnya letakkan detector diluar dari ujung meja .Gunakan pengaturan scan dengan tipe topogram ,sesuai pengaturan ct scan,

kemudian scan pada 120 kv dan sebagai variasi mA,mulai 80,90,100,110,120 Tekan tombol sinar x pesawat ct-scan dan start pada laptop yang terhubung dengan multimeter sinar x secara bersamaan atau dengan menyetting waktu pada alat ukur lebih panjang dibandingkan dengan tombol sinar x pada pesawat Catat semua parameter scan yang digunakan dan dosis yang terukur pada dosimeter Mengukur kerma udara/nilai dosis yang terukur Hitung CTDI udara dalam satuan mGy/100 mAsHitung nilai CLRata-ratakan hasil perhitungan nilai CTDI udara Ekspos dengan variasi mAs yang digunakan

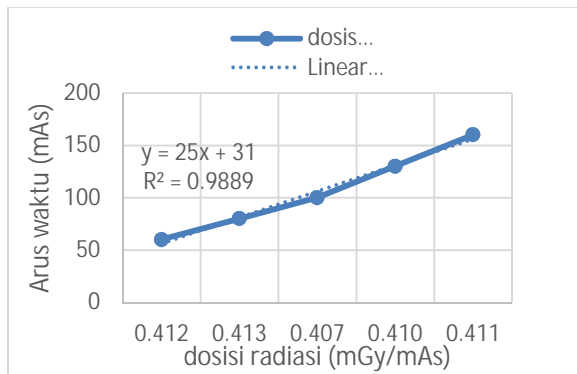
HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kesesuaian Linearitas Keluaran Radiasi

Tabel IV.1.Data hasil uji kesesuaian linearitas keluaran radiasi dan nilai lolos uji berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No 9 Tahun 2011.

No	MAs	mGy	mGy/mAs	CL	Nilai Lolos uji	Kesimpulan
1	60	24.69	0.412	0.007	≤ 0.1	Sesuai
2	80	33.01	0.413			
3	100	40.67	0.407			
4	130	53.29	0.410			
5	160	65.75	0.411			

Berdasarkan Tabel IV.1. diatas diperoleh data hasil pengukuran uji linearitas keluaran radiasi pesawat CT-Scan dengan menggunakan variasi arus mulai 60 mAs sampai 160 mAs. Nilai dosis yang dihasilkan dari Arus yang diubah-ubah, diperoleh nilai dosis hasil pengukuran dari 24,69 mGy hingga 65,75 mGy kemudian nilai dosis dinyatakan dan dikonversikan hasilnya dalam mGy/mAs.Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan nilai lolos uji. Nilai dosis keluaran radiasi dinyatakan dengan kofisien linearitas dan dihitung menggunakan kofisien korelasi yang terdapat pada grafik IV.1.



Grafik IV. 1. linearitas keluaran radiasi

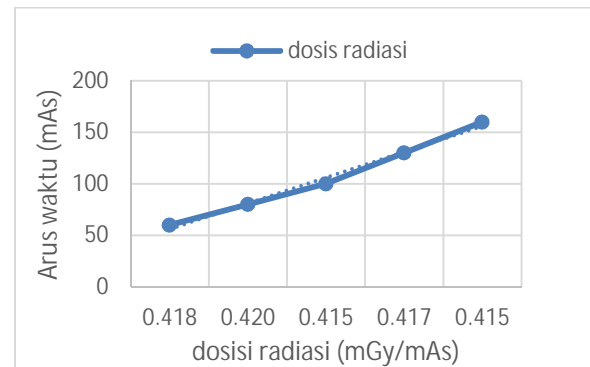
Nilai R yang diperoleh dari Grafik IV.1. diatas yaitu 0.9889 sedangkan nilai lolos uji peraturan Kepala Bapeten No 9 Tahun 2011 untuk uji linearitas keluaran radiasi diketahui bahwa nilai yang diperkenankan yaitu $CL \leq 0,1$ sedangkan nilai yang diperoleh yaitu 0,007. Dari Gambar IV.1 grafik linearitas keluaran radiasi diketahui bahwa nilai dosis radiasi linear terhadap arus yang diberikan pada pesawat CT-Scan. Arus yang diatur pada pesawat CT-Scan sama dengan arus sebenarnya yang mengalir pada pesawat CT-Scan

Tabel IV.2 data hasil uji kesesuaian linearitas keluaran radiasi dan nilai lolos uji berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No 9 Tahun 2011

No	m A	mGy	mGy/m As	CL	Nilai Lolos uji	Kesimpulan
1	60	25.0 9	0.418	0.00 5	\leq 0.1	Sesuai
2	80	33.5 9	0.420			
3	10 0	41.4 8	0.415			
4	13 0	54.2 2	0.417			
5	16 0	66.3 3	0.415			

Berdasarkan Tabel IV.2. diatas diperoleh data hasil pengukuran uji linearitas keluaran radiasi pesawat CT-Scan dengan menggunakan variasi arus mulai 60 mAs sampai 160 mAs. Nilai dosis yang dihasilkan dari Arus yang diubah-ubah, diperoleh nilai dosis hasil

pengukuran dari 25,09 mGy hingga 66,33 mGy kemudian nilai dosis dinyatakan dan dikonversikan hasilnya dalam mGy/mAs. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan nilai lolos uji. Nilai dosis keluaran radiasi dinyatakan dengan koefisien linearitas dan dihitung menggunakan koefisien korelasi yang terdapat pada grafik IV.2.



Grafik IV.2. linearitas keluaran radiasi

Grafik linearitas keluaran radiasi diketahui bahwa nilai dosis radiasi linear terhadap arus yang diberikan pada pesawat CT-Scan. Arus yang diatur pada pesawat CT-Scan sama dengan arus sebenarnya yang mengalir pada pesawat CT-Scan

Uji Akurasi Keluaran radiasi

Berdasarkan Tabel IV.3. dibawah uji kesesuaian keluaran radiasi pesawat CT-Scan , diperoleh data keluaran radiasi yang dipaparkan pesawat CT-Scan pada tegangan 120 kV, tebal slice 10 mm, image 10 dan arus 100 mAs adalah sebesar 40.670 mGy. Nilai lolos uji keluaran radiasi berdasarkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011 yaitu konstan dalam rentang (20-40) mGy/mAs, sedangkan hasil keluaran radiasi yang diperoleh dalam mGy. Untuk itu hasil keluaran radiasi yang diperoleh dikonversikan dalam bentuk mGy/mAs, sehingga diperoleh hasil 20,571 mGy/ 100 mAs. Berdasarkan nilai lolos uji Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No 9 Tahun 2011, Hasil keluaran radiasi pesawat CT-Scan diperoleh masih memenuhi nilai lolos uji.

Tabel IV.3.Uji kesesuaian akurasi keluaran radiasi dan nilai lolos uji berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No 9 Tahun 2011

N O	D, mGy/100 mAs	CTDIudara (mGy/100mAs)	Rerat a CTD I Udara	Nilai Lolos uji (mGy/100 mAs)	Kesimpulan
1	41.150	20.575	20.517	20 s/d 40	Sesuai
2	41.263	20.631			
3	40.670	20.335			
4	40.992	20.496			
5	41.094	20.547			

Nilai keluaran radiasi yang diperoleh seharusnya berada pada rentang (20-40) mGy/mAs, keadaan demikian tercapai karena parameter lolos uji kesesuaian akurasi keluaran radiasi juga berhubungan dengan pengaturan arus dan tegangan yang seharusnya konstan pada tegangan 120 kV dan arus 100 mAs. Sehingga dapat dikatakan bahwa tegangan dan arus pada pengaturan pesawat CT-Scan Ge konstan yang berpengaruh pada nilai keluaran radiasi yang akurat. nilai yang diperoleh tidak melebihi dari nilai lolos uji

Tabel IV .4. Uji kesesuaian akurasi keluaran radiasi dan nilai lolos uji berdasarkan Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No 9 Tahun 2011

No	Dosis, mGy/100 mAs	CTDI udara (mGy/100mAs)	Rata-rata CTDI Udara	Nilai Lolos uji (mGy/100 mAs)	Kesimpulan
1	41.817	28.511	28.425	20 s/d 40	Sesuai
2	41.988	28.628			
3	41.480	28.282			
4	41.708	28.437			
5	41.456	28.266			

yang dikeluarkan pesawat CT-Scan adalah 60 Pada Tabel IV.2.Menunjukkan variasi arus mAs, 80 mAs, 100 mAs, 130 mAs dan 160 mAs. Untuk tegangan 120 kV , dibuat tebal irisan (slice) 5 mm dan jumlah citra (Image) 22 buah. Hal ini dilakukan untuk menilai dan mengamati kelinearan keluaran radiasi pada saat arus diatur berubah-ubah. Nilai lolos uji untuk linearitas keluaran radiasi adalah $CL \leq 0,1$. Nilai CL adalah koefisien linearitas yang dihitung menggunakan koefisien korelasi yang terdapat pada grafik IV.2.

Berdasarkan Tabel IV.4. diatas uji kesesuaian keluaran radiasi pesawat CT-Scan , diperoleh data keluaran radiasi yang dipaparkan pesawat CT-Scan pada tegangan 120 kV, tebal slice 5 mm, image 22 dan arus 100 mAs adalah sebesar 41.48 mGy. Nilai lolos uji keluaran radiasi berdasarkan Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 Tahun 2011 yaitu konstan dalam rentang (20-40) mGy/mAs, sedangkan hasil keluaran radiasi

yang diperoleh dalam mGy. Untuk itu hasil keluaran radiasi yang diperoleh dikonversikan dalam bentuk mGy/100 mAs, sehingga diperoleh hasil 28,425 mGy/mAs.Berdasarkan nilai lolos uji Peraturan Kepala BAPETEN Nomor 9 tahun 2011 , Hasil keluaran radiasi pesawat CT-Scan diperoleh masih memenuhi nilai lolos uji.Nilai keluaran radiasi yang diperoleh seharusnya berada pada rentang (20-40) mGy/mAs, keadaan demikian tercapai karena parameter lolos uji kesesuaian akurasi keluaran radiasi juga berhubungan dengan pengaturan arus dan tegangan yang seharusnya konstan pada tegangan 120 kV dan arus 100 mAs. Sehingga dapat dikatakan bahwa tegangan dan arus pada pengaturan pesawat CT-Scan Ge konstan yang berpengaruh pada nilai keluaran radiasi yang akurat.nilai yang diperoleh tidak melebihi dari nilai lolos uji

RINGKASAN DAN KESIMPULAN

Telah dilakukan penelitian uji kesesuaian akurasi dan linearitas keluaran radiasi dengan menggunakan pesawat CT-Scan.

Berdasarkan nilai lolos uji Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) No 9 Tahun 2011, Hasil keluaran radiasi pesawat CT-Scan diperoleh masih memenuhi nilai lolos uji. Nilai keluaran radiasi yang diperoleh seharusnya berada pada rentang (20-40) mGy/mAs, keadaan demikian tercapai karena parameter lolos uji kesesuaian akurasi keluaran radiasi juga berhubungan dengan pengaturan arus dan tegangan yang seharusnya konstan pada tegangan 120 kV dan arus 100 mAs. Sehingga dapat dikatakan bahwa tegangan dan arus pada pengaturan pesawat CT-Scan Ge konstan yang berpengaruh pada nilai keluaran radiasi yang akurat. nilai yang diperoleh tidak melebihi dari nilai lolos uji

Linearitas keluaran radiasi diketahui bahwa nilai dosis radiasi linear terhadap arus yang diberikan pada pesawat CT-Scan. Arus yang diatur pada pesawat CT-Scan sama dengan arus sebenarnya yang mengalir pada pesawat CT-Scan

DAFTAR PUSTAKA

- Curry III, Thomas S.Christensens,(1984). Introduction to The Physics of Diagnostic Radiology.Third Edition, Lea and Eigher Philadelphia.
- Chember, (1983). Pengantar Fisika Kesehatan. diterjemahkan oleh Achmad Toekiman). Semarang.
- Maisyaroh Fitriyani C,(2012). Evaluasi Keluaran Sinyal Generator Tabung Sinar-X Menggunakan Metode Non-Invasive. FMIPA UI. Depok..
- Drajat Adi,(2013). Cara Kerja Pesawat Sinar-X. Pelatihan Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X. Jakarta.
- Akhadi, (2000) Dasar-Dasar Proteksi Radiasi, PT.Rieneka Cipta, Jakarta.
- Yufita Evi, (2012) ,Analysis Output Tolerance Limits X-ray Machine Diagnostic Case Study In One Of The General Hospital. Banda Aceh.
- Adhianto Dwi, (2014). Respon Photostimulable Phosphor (PSP) Pada Computed Radiography Terhadap Akurasi Tegangan Tabung dan Linieritas Keluaran Pesawat Sinar-X. Jurusan Fisika. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Pusdiklat-BATAN, (2006). Petugas Proteksi Radiasi Radiodiagnostik. Jakarta: BATAN. .
- Bushberg JT, Seibert JA, Leidholdt EM, Boone JM, (2002).The Essential Physics of Medical Imaging. 2nd ed. Philadelphia.
- Gabriel JF,(1996). Fisika Kedokteran. Jakarta. Departemen Fisika Universitas Udayana, Denpasar-Bali.
- Abidin Zainal,(2013). Kalibrasi kv Pesawat Sinar-x Rigaku 250 EG-S3 Dengan Metode Exposure Chart Standar. ISBN:978-602-8047-80-7. Yogyakarta.
- Marpaung, T.,(2007) Peraturan Yang Terkait Dengan Uji kesesuaian (compliance Testing) Pesawat Sinar-X Diagnostik (Workshop Uji Kesesuaian Pesawat Sinar-X Diagnostik, BAPETEN, Jakarta, 20 November 2007). BAPETEN. Jakarta.
- Piranha. Refference Manual English Version 5.5 A, Copyright 2001-2013 by RTI Electronics AB
- Krane,K.S.,(1992).Fisika Modern, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Smith F A. A,(2002) Primer in Applied Radiation Physics, USA: Word Scientific Publishing Co.Pte.Ltd